

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 09-153708

(43) Date of publication of application : 10. 06. 1997

---

(51) Int. Cl. H01P 5/18

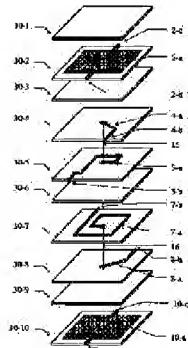
---

(21) Application number : 07-313855 (71) Applicant : TDK CORP

(22) Date of filing : 01. 12. 1995 (72) Inventor : HAYASHI KATSUHIKO  
IWATA TADASHI

---

## (54) DIRECTIONAL COUPLER



### (57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a directional coupler with a sufficient isolation characteristic while realizing miniaturization and low insertion loss by changing the width or the length of 1st and 2nd coupling lines formed with a dielectric layer inbetween.

SOLUTION: The directional coupler is integrated and formed by laminating plural dielectric layer green sheets 30-1 to 30-10. A spiral strip lines 4-a, 5-a formed on the dielectric layers 30-4, 30-5 are connected by a throughhole electrode 15 to form a 1st coupling line. A spiral strip lines 7-a, 8-a formed on the dielectric layers 30-7, 30-8 are connected by a throughhole electrode 16 to form a 2nd coupling line. In this case, the total length of the spiral strip lines 4-a, 5-a of the 1st coupling line is selected shorter than the total length of the spiral strip lines 7-a, 8-a of the 2nd coupling line.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.06.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3021337

[Date of registration] 14.01.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is arranged in the 1st and 2nd joint Rhine on both sides of the dielectric layer circumscribed, respectively. the 1st and 2nd joint Rhine formed on both sides of the dielectric layer -- this -- the 1st and 2nd joint Rhine lists -- this -- mostly the whole surface with the 1st and 2nd earth electrodes of a wrap It is the directional coupler characterized by said 1st and 2nd joint Rhine having the wide Rhine width of face of the 1st joint Rhine compared with the 2nd joint Rhine in the directional coupler which consists of a multilayer substrate by which the \*\*\*\*\* laminating was carried out, or the Rhine length being short, or being those combination.

[Claim 2] It is arranged in the 1st and 2nd joint Rhine on both sides of the dielectric layer circumscribed, respectively. the 1st and 2nd joint

Rhine formed on both sides of the dielectric layer -- this -- the 1st and 2nd joint Rhine lists -- this -- mostly the whole surface with the 1st and 2nd earth electrodes of a wrap A self-inductance [ in / on the directional coupler which consists of a multilayer substrate by which the \*\*\*\*\* laminating was carried out, and / said 1st and 2nd joint Rhine ] is a directional coupler characterized by the self-inductance of the 1st joint Rhine being small compared with the 2nd joint Rhine.

[Claim 3] The directional coupler which is a directional coupler indicated in any 1 term of claim 1 thru/or claim 2, and is characterized by forming each of said 1st and 2nd joint Rhine over the dielectric layer of the layer beyond 2 or it.

[Claim 4] It is the directional coupler which is a directional coupler indicated in any 1 term of claim 1 thru/or claim 3, and is characterized by said 1st and 2nd joint Rhine being a spiral configuration, helical configurations, or those combination.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] In addition to this, in fields, such as various communication equipment, with respect to an available directional coupler, a multilayer substrate is used and this invention relates to wireless devices, such as a cellular phone and a land mobile radiotelephone, or the directional coupler which turned SMD (surface mounted device) especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally, a directional coupler is used in order that the signal outputted and inputted by the directional

coupler may detect the level passed in the one direction in a circuit with four or more input/output terminals. For example, as shown in the representative circuit schematic of the directional coupler of drawing 9, the 1st joint Rhine (main Rhine) and the 2nd joint Rhine (subRhine) are constituted by two striplines. When a signal is inputted into the input edge of the 1st joint Rhine and a signal is made to output from an outgoing end (1), power occurs according to the degree of coupling set as the outgoing end (2) of the 2nd joint Rhine from the 1st joint Rhine. However, in an outgoing end (3), power does not occur at this time. Moreover, in an actual circuit, if a signal is inputted from the input edge of a directional coupler, a part of signal outputted from the outgoing end (1) is reflected in the input section of a latter circuit etc., a reflective signal will enter again from the outgoing end (1) of a directional coupler, and power will occur in an outgoing end (3) according to the degree of coupling set up between the 1st and 2nd joint Rhine by the reflective signal. However, power is not generated in an outgoing end (2) at this time. Therefore, the power of an outgoing end (2) is outputting only the power according to the degree of coupling set up between the 1st and 2nd joint Rhine with the signal inputted from the input edge of a directional coupler, and shows the function to detect the power of the one directivity of the signal with which this passes a directional coupler.

[0003] Usually, when using a directional coupler in a circuit, the line impedance of the 1st and 2nd joint Rhine is set as 50 ohms, and is added to an outgoing end (3) in the form where 50-ohm resistance grounds the other end. moreover, as an item showing the engine performance of a directional coupler Where 50-ohm resistance is added, a signal is inputted into the outgoing end (3) in drawing 9 from an input edge. The loss generated when passing through the 1st joint Rhine and outputting from an outgoing end (1) "An insertion loss", The minute power which appears the power which appears from an input edge in an outgoing end (2) to the signal which passes through the 1st joint Rhine in an outgoing end (2) to "degree of coupling" and the signal which is inputted from an outgoing end (1) on the contrary, passes through the 1st joint Rhine, and is outputted from an input edge is called "isolation." Furthermore, it becomes the above "degree of coupling" and the index of the ability to detect of one directivity to the signal with which "directivity", a call, especially a directional coupler pass the difference of "isolation." The above "degree of coupling" is decided by distance between the 1st and 2nd joint Rhine, if its distance of both is near, it will become close coupling, and if far, it will serve as a

loose coupling. Moreover, when becoming about 1 / about four waves to the target frequency band [ directional coupler / die length / of the 1st and 2nd joint Rhine ], big isolation is obtained in the frequency band.

[0004] The appearance perspective view of the conventional laminating mold directional coupler 20 is shown in drawing 10 , and a decomposition perspective view is shown in drawing 11 . This laminating mold directional coupler 20 consists of a layered product of a dielectric layer 20-1 to 20-10. To each dielectric layer The stripline 4-1 to 5-1 which constitutes the 1st joint Rhine (main Rhine), the stripline 7-1 to 8-1 which constitutes the 2nd joint Rhine (subRhine), an earth electrode 2-1, and 10-1 Moreover, the lead part 2-2 to 2-3 derived for each terminal, 4-2 to 5-2, 7-2 to 8-2, and 10-2 to 10-3 are prepared in the side face of the laminating mold directional coupler 20 from the 1st and 2nd joint Rhine and an earth electrode from the through hole electrodes 11 and 12 which connect between layers, and each class. Furthermore, the terminal electrodes 1A-6A for external connection are formed in the side face of the layered product of the laminating mold directional coupler 20.

[0005] If it explains to a detail, it connects with the through hole electrode 11, and the stripline 4-1 and stripline 5-1 which were formed on the dielectric layer 20-4 and the dielectric layer 20-5 constitute the 1st joint Rhine (main Rhine), it connects with the through hole electrode 12, and the stripline 7-1 and stripline 8-1 which were formed on the dielectric layer 20-7 and the dielectric layer 20-8 constitute the 2nd joint Rhine (subRhine). Between these 1st and 2nd joint Rhine, the dielectric layer 20-6 which adjusts degree of coupling is inserted, and the earth electrode 2-1 and the earth electrode 10-1 are formed [ in the direction of a laminating of the dielectric layer of the 1st and 2nd joint Rhine ] outside to the center on the dielectric layer 20-2 and the dielectric layer 20-10, respectively.

[0006] Furthermore, the input impedance of the 1st and 2nd joint Rhine is inserted in the dielectric layer 20-3 and dielectric layer 20-9 which set up the distance of the stripline and shielding layer which constitute the 1st and 2nd joint Rhine, respectively in order to adjust to 50 ohms. And an earth electrode 2-1 is covered with a dielectric layer 20-1.

[0007] The laminating of each above-mentioned dielectric layer is carried out, and it is unified. Each stripline and earth electrode which constitute the 1st and 2nd joint Rhine are connected to each terminal from the side-face derivation section at the terminal electrodes 1A-6A

for external connection of the laminating mold directional coupler 20. An earth electrode 2-1 and an earth electrode 10-1 are connected to external electrode 2A by the side-face derivation section 2-2 and the side-face derivation section 10-2. Moreover, it connects with external electrode 5A by the side-face derivation section 2-3 and the side-face derivation section 10-3. The 1st joint Rhine is connected to external connection electrode 1A and external connection electrode 3A, respectively by the side-face derivation section 5-2 and the side-face derivation section 4-2, and the 2nd joint Rhine is connected to external connection electrode 6A and external connection electrode 4A, respectively by the side-face derivation section 7-2 and the side-face derivation section 8-2.

[0008] The above directional couplers are not what set the Rhine length as the die length of quarter-wave length for the stripline in which it succeeds with joint Rhine to the object frequency band. For example, a stripline is constituted in a coiled form as indicated by JP, 7-131211, A. the directional coupler with which this used the stripline of quarter-wave length to the object frequency band -- the conductor of a stripline -- merit can do it short and there are the features of being easy to miniaturize a directional coupler. Furthermore, since the 1st and 2nd joint Rhine was set as the almost same self-inductance, it is the direction of a laminating of a directional coupler 20, and the 1st set up up and down to the center and the 2nd joint Rhine, the dielectric layer, and the earth electrode also had mostly the advantage on design that what is necessary is just to carry out laminating arrangement in the symmetry.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] On the other hand, the pattern space of the stripline which constitutes joint Rhine also becomes narrow with the miniaturization of such a directional coupler. However, in order to satisfy the property as a directional coupler, the technical problem that it is hard coming to secure the pattern space which carries out patterning of the stripline of the Rhine length by which sufficient self-inductance is got occurs. When there is not sufficient self-inductance for joint Rhine, the band where big isolation is obtained will shift to a RF side. For this reason, in a side with the frequency band lower than said frequency band made into the object of a design, isolation sufficient with the target frequency band is no longer obtained.

[0010] As an approach of giving sufficient self-inductance for joint Rhine, it is possible to make thin Rhine width of face of joint Rhine.

However, since the real resistance component which each Rhine has will become large if electrode width of face of joint Rhine is made thin, the insertion loss of a signal increases. in order that the signal of the high power (for example, about 1W) amplified with transmitting amplifier in this case may pass a directional coupler although used for detection of the output power level of transmitting amplifier in the latter part of transmitting amplifier when a directional coupler is used in the high frequency circuit of pocket devices, such as a cellular phone, it cuts to the signal of the high power with which increase of an insertion loss was amplified. A pocket transmitter needs to make transmitting amplifier drive so that the power of the signal of the level which should be set up can be transmitted, and this will cause the increment in the consumed electric current of pocket communication equipment. Increase of this current consumption is a problem important when especially the consumed electric current secures duration of a call long for the pocket transmitter with large transmitting amplifier of a cell drive. In addition, although it is expressed by respectively equivalent variation when the magnitude of attenuation, such as an insertion loss, arises to a large power signal and a small power signal, and treating it by the logarithm (dB), the large power signal of the absolute value (anti-logarithm) of the variation is larger in magnitude extraordinary by the large power signal and the small power signal.

[0011] This invention aims at realizing sufficient isolation while it solves such a conventional technical problem and realizes the both sides of the miniaturization of a directional coupler, and the reduction in an insertion loss.

[0012]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, the directional coupler of this invention It is arranged in the 1st and 2nd joint Rhine by the 1st [ which was formed on both sides of the dielectric layer ], 2nd joint Rhine and the 1st, and 2nd joint Rhine lists on both sides of the dielectric layer circumscribed, respectively. Mostly the whole surface The 1st and 2nd earth electrodes of a wrap, It consists of a multilayer substrate by which the \*\*\*\*\* laminating was carried out, and the 1st and 2nd joint Rhine has the wide Rhine width of face of the 1st joint Rhine compared with the 2nd joint Rhine, or its Rhine length is short or they is characterized by being those combination.

[0013] Moreover, the 1st and 2nd joint Rhine in which the directional coupler of this invention was formed on both sides of the dielectric layer, It is arranged in the 1st and 2nd joint Rhine by the 1st and 2nd

joint Rhine lists on both sides of the dielectric layer circumscribed, respectively. Mostly the whole surface The 1st and 2nd earth electrodes of a wrap, It consists of a multilayer substrate by which the \*\*\*\*\* laminating was carried out, and the self-inductance in the 1st and 2nd joint Rhine is characterized by the self-inductance of the 1st joint Rhine being small compared with the 2nd joint Rhine.

[0014] In the directional coupler of this invention, it is desirable to form each of the 1st and 2nd joint Rhine over the dielectric layer of the layer beyond 2 or it. Moreover, as for the 1st and 2nd joint Rhine, in this invention, it is desirable that they are a spiral configuration, helical configurations, or those combination.

[0015] (Operation) The representative circuit schematic near an actual circuit is shown for the representative circuit schematic explaining the principle of the directional coupler of this invention in drawing 5 at drawing 6 . In the directional coupler of this invention, it is characterized by setting up shorter about the length of the spiral-like stripline of the 1st joint Rhine (main Rhine) which passes a signal than the die length of the spiral-like stripline of the 2nd joint Rhine (subRhine) where a signal appears by association between Rhine. Since the field which carries out a pattern design in joint Rhine becomes small according to the miniaturization of a directional coupler, it becomes impossible that is, to design with sufficient self-inductance for each joint Rhine, if the miniaturization is attained when a directional coupler designs with a multilayer substrate which was explained by drawing 11 . Although Rhine width of face of the spiral-like stripline of each joint Rhine will be made thin in order to compensate it, at this time, the Rhine length of the spiral-like stripline of the 1st joint Rhine (main Rhine) which passes a signal is set up short, and the Rhine length of the spiral-like stripline of the 2nd joint Rhine (subRhine) is set up for a long time than the spiral-like stripline of the 1st joint Rhine (main Rhine).

[0016] The cross section of a directional coupler shows the arrangement-related example of the stripline of the 1st of the directional coupler of this invention, and the 2nd joint Rhine to drawing 7 . While the field in which pattern NINGU is possible can secure a spiral-like stripline by making each joint Rhine thin as mentioned above, when Rhine itself becomes thin, the self-inductance of a spiral-like stripline also rises. furthermore, the coil which goes around in the direction of a flat surface a designing [ the coil pattern of helical structure ]-joint Rhine case -- the case where the area of the field surrounded with a conductor designs a helical pattern in the same patterning field -- a

coil -- the one where the width of face of a conductor is thinner -- parenchyma -- since it can design widely, the self-inductance as a coil can be enlarged further.

[0017] The property of the directional coupler of this invention is explained by count of the equal circuit shown in drawing 6 . The self-inductance of the 1st joint Rhine and L2 L1 among drawing 6 The self-inductance of the 2nd joint Rhine, The mutual inductance of the 1st joint Rhine and 2nd joint Rhine and Co M The stray capacity between the 1st joint Rhine and 2nd joint Rhine, Stray capacity the 1st joint Rhine and touch-down inter-electrode in C1, stray capacity the 2nd joint Rhine and touch-down inter-electrode in C2, the stray capacity in which the 1st joint Rhine itself has CP1, and CP2 are stray capacity which the 2nd joint Rhine itself has. Usually, it is used in the form grounded like drawing 6 , connecting 50-ohm resistance to the outgoing end (3) of a directional coupler. Although the relation of the self-inductance of each joint Rhine is set to  $L1 < L2$  in drawing 6 in this invention When it is almost equal in the self-inductance (the inductance at that time is set to  $L0$ ) of each Rhine and is going to design the directional coupler of this invention, and the directional coupler for the same frequency bands like the conventional example temporarily, Relation of the self-inductance of the 1st joint Rhine in this invention and the 2nd joint Rhine is carried out to the relation of  $L1 < L0 < L2$  to the inductance  $L0$  at this time. said case where the self-inductance of each joint Rhine makes the same the conductor width of the stripline of each of that joint Rhine as carried out -- the conductor -- it changes-like proportionally to merit. therefore, a conductor [ in / by the relation of the above-mentioned self-inductance / the 1st joint Rhine ] -- merit does not need to increase the real resistance component which the 1st joint Rhine has even if it makes the Rhine width of face thin since it becomes shorter than the conventional design, consequently the insertion loss as a directional coupler does not increase. moreover, the conductor of main Rhine -- it also becomes possible to improve an insertion loss depending on the conditions of a conductor width with merit.

[0018] Next, although it is an isolation property, by this invention, it has found out that the band which can take large isolation can be adjusted to the target band by adjusting the die length of the stripline of the 2nd joint Rhine (subRhine), shortening the die length of the stripline of the 1st joint Rhine (main Rhine) as mentioned above. It is drawing 8 which showed the situation. The die length of the 1st joint Rhine in a directional coupler is uniformly made the graph in drawing, change of the isolation property when changing the die length of the

stripline only about the 2nd joint Rhine is shown, and it carries out, and is \*\*. Although an isolation band -40dB or less is a 1.2-2GHz band in drawing 8 when the 1st joint Rhine (main Rhine) is the same Rhine length as the 2nd joint Rhine (subRhine), said isolation band can be reduced to the band 1.2GHz or less by making the Rhine length in the 2nd joint Rhine (subRhine) longer than the 1st joint Rhine (main Rhine). That is, it is shown that the directional coupler of this invention has a degree of freedom, and can move an isolation band to a low frequency side rather than the directional coupler of the conventional example by making the Rhine length of the stripline of the 2nd joint Rhine (subRhine) longer than the stripline of the 1st joint Rhine (main Rhine). In addition, since the Rhine length of a stripline is short as mentioned above about the 1st joint Rhine (main Rhine) side, it is not necessary to make it increase as an insertion loss of a directional coupler, although the Rhine width of face of the stripline of the 1st and 2nd joint Rhine is thinner than the design of the conventional directional coupler. However, the real resistance component in which, as for the stripline of the 2nd joint Rhine (subRhine), the stripline of the 2nd joint Rhine (subRhine) itself has the Rhine width of face rather than the design of the conventional directional coupler since it became thin and the Rhine length became long further is increasing. However, the 1st compares joint Rhine (main Rhine), and the power which flows to the 2nd joint Rhine (subRhine) is power small about 15-25dB. Furthermore, are not the relation of the above-mentioned directivity and equal power is not necessarily built over the 2nd outgoing end (2) and outgoing end (3) of joint Rhine (subRhine). In order to build only the power of the field of a small signal in power as the 2nd whole joint Rhine (subRhine), the problem which leads to a serious power loss in circuits, such as a cellular phone, is not generated. Moreover, the increment of the actual amount of loss is also about 0.05-0.15dB, and hardly becomes a problem in the field of a small signal.

[0019]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the example of this invention is explained based on drawing. If drawing 1 and drawing 2 are referred to, first, the directional coupler in this 1st example Two or more dielectric layer green sheets 30-1 to 30-10, and 1st joint Rhine 4-a of the shape of a spiral which consists of two or more striplines and 5-a, It is unified and formed by carrying out the laminating of 2nd joint Rhine 7-a of the shape of a spiral which consists of two or more striplines, 8-a, and two or more earth electrode 2-a and 10-a, and calcinating them. Two or more through hole electrodes 15 and 16 made to

connect the stripline between layers with two or more lead partial 2-b which derives this directional coupler from each dielectric layer for the terminal of the directional coupler side face by which the laminating was carried out, 2-c, 4-b, 5-b, 7-b, 8-b, 10-b, and 10-c are formed.

[0020] Spiral-like stripline 4-a and 5-a which were formed on the dielectric layer 30-4 and the dielectric layer 30-5 are connected with the through hole electrode 15, the 1st joint Rhine (main Rhine) is constituted, spiral-like stripline 7-a and 8-a which were formed on the dielectric layer 30-7 and the dielectric layer 30-8 are connected with the through hole electrode 16, and the 2nd joint Rhine (subRhine) is constituted. At this time, the die length which added the 1st spiral-like stripline 4-a and 5-a of joint Rhine was set up so that it might become shorter than the die length which added the 2nd spiral-like stripline 7-a and 8-a of joint Rhine. Moreover, the 1st and 2nd joint Rhine was not taken into consideration, but specific arrangement which makes the center of the whorl of each spiral-like stripline in agreement made them counter in the location of arbitration as opposed to the direction of a laminating of a substrate. Furthermore, it designed neither to the direction in which the spiral-like stripline of the 1st and 2nd joint Rhine circles, nor patterning which is made to run together mutually.

[0021] Between the spiral-like striplines of the 1st and 2nd joint Rhine, the dielectric layer 30-6 which adjusts degree of coupling was inserted. Moreover, outside, earth electrode 2-a and 10-a were formed on a dielectric layer 30-2 and 30-10 to the center of the direction of a laminating of the spiral-like stripline of the 1st joint Rhine, respectively. Furthermore, in order to adjust the input impedance of each joint Rhine to 50 ohms and to set up the distance of the spiral-like stripline of each joint Rhine, and an earth electrode, a dielectric layer 30-3 and 30-9 were inserted, respectively.

[0022] In the conventional example, although the design by the almost same thickness was possible also for the dielectric layer since the spiral-like stripline of each joint Rhine was the almost same die length. Since the spiral-like stripline of the 1st joint Rhine (main Rhine) is longer than the spiral-like stripline of the 2nd joint Rhine (subRhine) with the configuration of this invention, A setup of the thickness of the dielectric layer which sets up distance with an earth electrode made the dielectric layer 30-9 thicker than a dielectric layer 30-3. In addition, what is necessary is just to adjust the sheet thickness of the dielectric layer of each class about thickness adjustment of a

dielectric layer. Moreover, although not shown in the decomposition perspective view ( drawing 1 ) of this example, it is also possible by inserting two or more dielectric layer sheets to adjust the thickness of a dielectric layer. And earth electrode 2-a is covered with a dielectric layer 30-1.

[0023] After carrying out the laminating of each dielectric layer and calcinating it, it unifies so that it may illustrate to drawing 2 . The 1st and 2nd joint Rhine derives an electrode on the side face of a directional coupler to an earth electrode list, respectively. Earth electrode 2-a and 10-a make electrode 2B connection for external connection by side-face derivation section 2-b and 10-b, and connect with electrode 5B for external connection by side-face derivation section 2-c and 10-c. Moreover, the 1st joint Rhine was connected to the electrodes 1B and 3B for external connection by side-face derivation section 5-b and 4-b, respectively, and the 2nd joint Rhine was connected to the electrodes 6B and 4B for external connection by side-face derivation section 7-b and 8-b, respectively.

[0024] The width of face of 12.95mm and each stripline was designed [ the die length of the spiral-like stripline of the 1st joint Rhine (main Rhine) of the directional coupler of this example ] for the die length of the spiral-like stripline of 8.05mm and the 2nd joint Rhine (subRhine) by 0.15mm. The configuration of a directional coupler was set to 3.5x2.5x1.6 (mm) with this pattern. The property of this directional coupler is shown in drawing 3 . As electric engine performance, the insertion loss was 0.2dB or less with the 1GHz band, and isolation could take 40dB or more in the absolute value, and had also taken 20dB or more also of directivity (difference of isolation and degree of coupling) further. Usually, although a directional coupler is in the inclination for sufficient directivity to no longer be obtained especially when it miniaturizes, the above-mentioned engine performance can be called engine performance very good as this configuration.

[0025] (Other examples) Even if it makes it this invention be a degree, it can be carried out. Although the configuration of joint Rhine of an input side (the 1st) designs by the spiral mold pattern and the Rhine length of the spiral-like stripline is used as a parameter in said 1st example, a technical problem is in the magnitude of the self-inductance of joint Rhine of an input side (the 1st) fundamentally. Then, in order to make a self-inductance small, joint Rhine of an input side (the 1st) may be a helical-type pattern as shown in drawing 4 . Joint Rhine of this input side (the 1st) carries out the laminating of the 1st helical joint Rhine which serves as two or more dielectric layer green sheets

40-1 to 40-2 from two or more striplines 1 and 3, and is formed. Moreover, the through hole electrode 12 made to connect the stripline between layers with two or more lead parts 2 and 4 derived from each dielectric layer for the terminal of the directional coupler side face by which the laminating was carried out is formed. It connects with the through hole electrode 12, and a dielectric layer 40-1 and the helical-like striplines 1 and 3 formed on 40-2 constitute the 1st joint Rhine (main Rhine). At this time, the die length which added the helical-like striplines 1 and 3 of the 1st joint Rhine can change the tactical diameter and number of turns of a stripline between each joint Rhine so that it may become shorter than the die length of the 2nd joint Rhine. [0026] Moreover, a directional coupler may be designed for the 1st joint Rhine combining a spy RAIRU mold and a helical mold.

[0027] Although patterning is carried out over two-layer about the stripline of joint Rhine of an input side in the example, patterning may be carried out covering the number of layers beyond it.

[0028]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, there is the following effectiveness.

[0029] (1) The insertion loss of a directional coupler is improvable.

[0030] (2) It is possible to obtain big \*\* isolation possible [ low-frequency-izing of the isolation band of a directional coupler ].

[0031] (3) Fulfill the above-mentioned matter and the miniaturization of a directional coupler is possible.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the decomposition perspective view of the 1st example

of this invention.

[Drawing 2] It is the appearance perspective view of the 1st example of this invention.

[Drawing 3] It is the property Fig. of the 1st example of this invention.

[Drawing 4] It is the pattern of the 1st joint Rhine of the 2nd example of this invention.

[Drawing 5] It is the conceptual diagram explaining the principle of this invention of a directional coupler.

[Drawing 6] It is the representative circuit schematic explaining the principle of this invention of a directional coupler.

[Drawing 7] It is the sectional view of the directional coupler explaining the principle of this invention.

[Drawing 8] It is drawing having shown change of the isolation when changing the die length of the 1st joint Rhine of the directional coupler of this invention.

[Drawing 9] It is the decomposition strabism of the conventional directional coupler.

[Drawing 10] It is the representative circuit schematic of the conventional directional coupler.

[Drawing 11] It is the appearance perspective view of the conventional directional coupler.

[Description of Notations]

20 30 Directional coupler

20-1 to 20-10, 30-1 to 30-10, 40-1 to 40-2 Dielectric layer

4-1, 5-1, 4-a, 5-a Spiral-like stripline which constitutes the 1st joint Rhine

7-1, 8-1, 7-a, 8-a Spiral-like stripline which constitutes the 2nd joint Rhine

1 Three Helical-like stripline which constitutes the 1st joint Rhine

2-1, 10-1, 2-a, 10-a Earth electrode

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

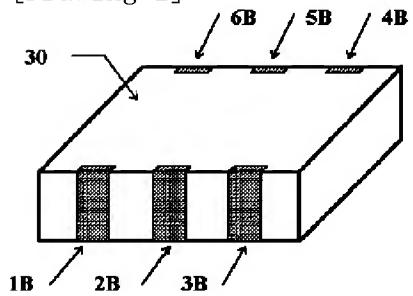
---

## DRAWINGS

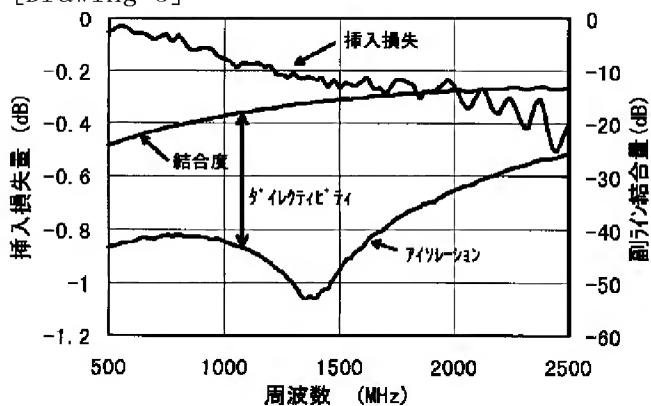
---

---

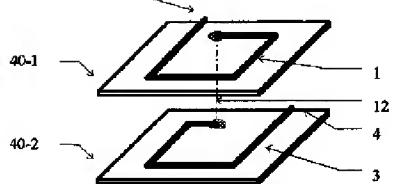
[Drawing 2]



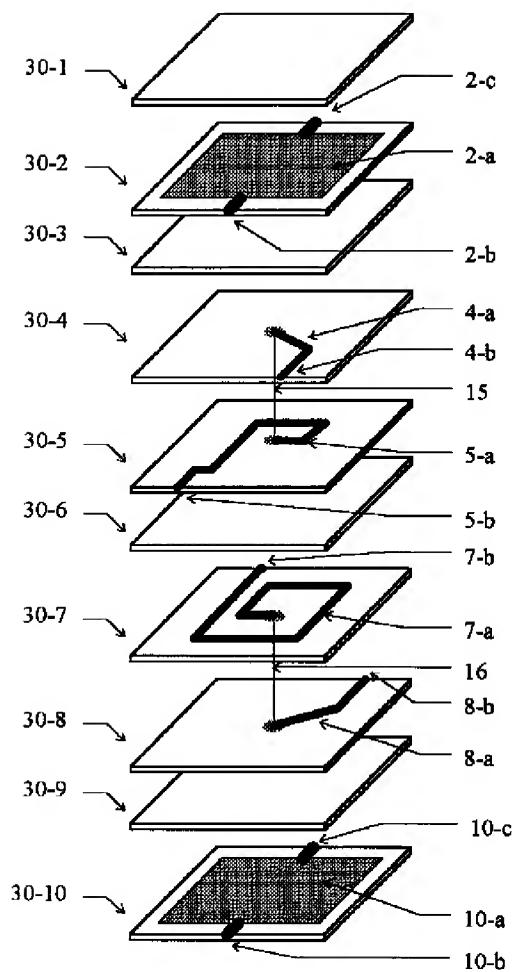
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 1]



[Drawing 5]

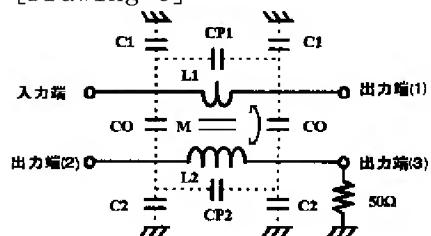
主线

入力端  $\circ$  ————— 出力端(1)  $\circ$

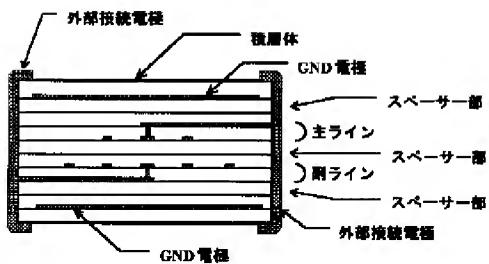
出力端(2)  $\circ$  ————— 出力端(3)  $\circ$

副主线

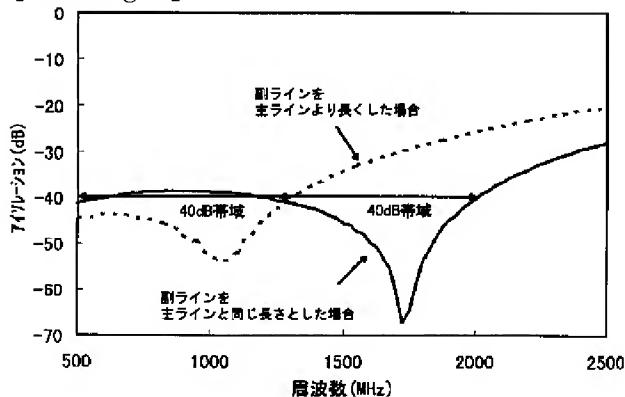
[Drawing 6]



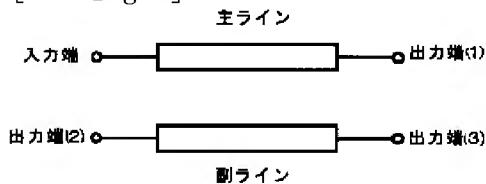
[Drawing 7]



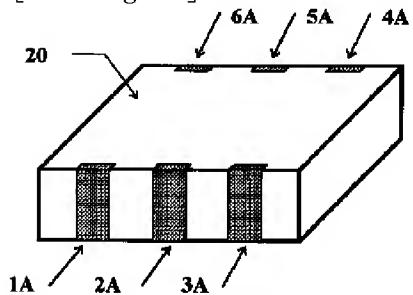
[Drawing 8]



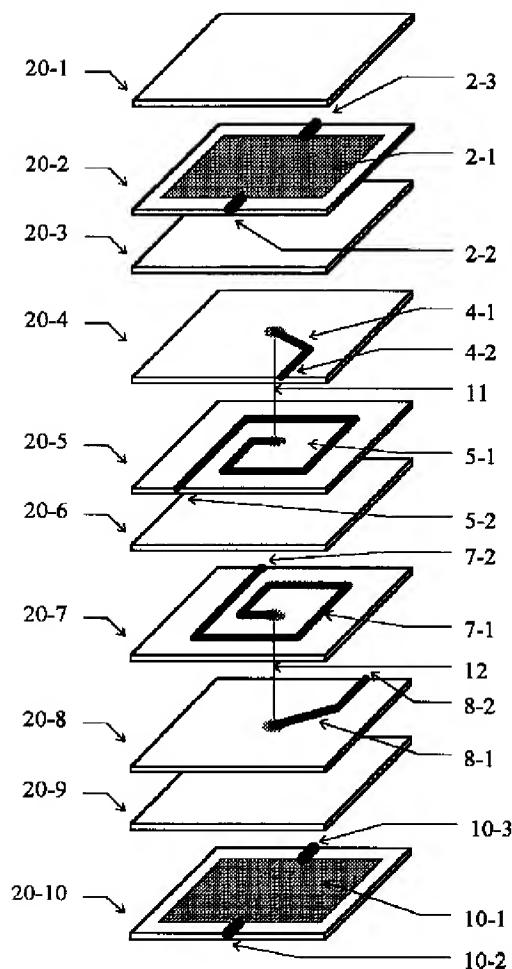
[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Drawing 11]



---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-153708

(43)公開日 平成9年(1997)6月10日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 01 P 5/18

識別記号

庁内整理番号

F I

H 01 P 5/18

技術表示箇所

F

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全8頁)

(21)出願番号 特願平7-313855

(22)出願日 平成7年(1995)12月1日

(71)出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社  
東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72)発明者 林 克彦

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティーディーケイ株式会社内

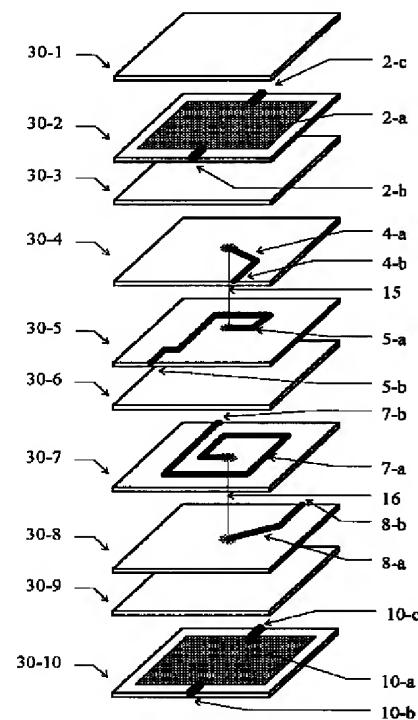
(72)発明者 岩田 国史

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティーディーケイ株式会社内

(54)【発明の名称】 方向性結合器

(57)【要約】

【課題】小型化と低挿入損失化を実現し、かつ十分なアソレーション特性を有する方向性結合器を提供する。  
【解決手段】本発明の方向性結合器は、誘電体層を挟んで形成された第1及び第2の結合ラインと第1及び第2の結合ライン並びに第1及び第2の結合ラインにそれぞれ外接する誘電体層を挟んで配設されほぼ全面を覆う第1及び第2の接地電極とを含む積層された多層基板からなり、第1及び第2の結合ラインは第2の結合ラインに較べ第1の結合ラインのライン幅が広いか、またはライン長が短いか、あるいはそれらの組み合わせであることを特徴とする。また、本発明の方向性結合器は、誘電体層を挟んで形成された第1及び第2の結合ラインと第1及び第2の結合ライン並びに第1及び第2の結合ラインにそれぞれ外接する誘電体層を挟んで配設されほぼ全面を覆う第1及び第2の接地電極とを含む積層された多層基板からなり、第1及び第2の結合ラインにおける自己インダクタンスは、第2の結合ラインに較べ第1の結合ラインの自己インダクタンスが小さいことを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 誘電体層を挟んで形成された第1及び第2の結合ラインと、該第1及び第2の結合ライン並びに該第1及び第2の結合ラインにそれぞれ外接する誘電体層を挟んで配設され、ほぼ全面を覆う第1及び第2の接地電極と、を含む積層された多層基板からなる方向性結合器において、前記第1及び第2の結合ラインは、第2の結合ラインに較べ第1の結合ラインのライン幅が広いか、またはライン長が短いか、あるいはそれらの組み合わせであることを特徴とする方向性結合器。

【請求項2】 誘電体層を挟んで形成された第1及び第2の結合ラインと、

該第1及び第2の結合ライン並びに該第1及び第2の結合ラインにそれぞれ外接する誘電体層を挟んで配設され、ほぼ全面を覆う第1及び第2の接地電極と、を含む積層された多層基板からなる方向性結合器において、前記第1及び第2の結合ラインにおける自己インダクタンスは、第2の結合ラインに較べ第1の結合ラインの自己インダクタンスが小さいことを特徴とする方向性結合器。

【請求項3】 請求項1ないし請求項2のいずれか1項に記載した方向性結合器であって、

前記第1及び第2の結合ラインの各々を、2又はそれ以上の層の誘電体層にわたって形成したことを特徴とする方向性結合器。

【請求項4】 請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載した方向性結合器であって、

前記第1及び第2の結合ラインは、スパイラル形状、またはヘリカル形状、あるいはそれらの組み合わせであることを特徴とする方向性結合器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、携帯電話、自動車電話等の無線機器、或いはその他各種通信機器等の分野において利用可能な方向性結合器に係わり、特に、多層基板を使用し、SMD（表面実装部品）化した方向性結合器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、方向性結合器は4つ以上の入出力端子を持つ回路で、方向性結合器に入出力される信号が1方向に通過するレベルを検出するために使用される。例えば、図9の方向性結合器の等価回路図に示されるように2本のストリップラインによって、第1の結合ライン（主ライン）、及び第2の結合ライン（副ライン）が構成される。第1の結合ラインの入力端に信号を入力し出力端（1）から信号を出力させたとき、第2の結合ラインの出力端（2）に、第1の結合ラインから設定された結合度に応じて電力が発生する。しかし、このとき出力端（3）には電力が発生しない。また実際の回

路において、方向性結合器の入力端より信号が入力されると、出力端（1）から出力された信号の一部が後段の回路の入力部等で反射され、反射信号が方向性結合器の出力端（1）から再び入り込み、その反射信号によって第1及び第2の結合ライン間に設定された結合度に応じて、出力端（3）に電力が発生する。しかし、このとき出力端（2）に電力は発生しない。従って、出力端（2）の電力は、方向性結合器の入力端より入力された信号によって、第1及び第2の結合ライン間に設定された結合度に応じた電力のみを出力しているのであって、このことが方向性結合器を通過する信号の1方向性の電力を検出する機能を示している。

【0003】通常方向性結合器を回路内で使用する場合、第1及び第2の結合ラインのラインインピーダンスは50Ωに設定され、出力端（3）には50Ωの抵抗が他端を接地する形で付加される。また、方向性結合器の性能を表す項目としては、図9における出力端（3）に50Ωの抵抗を付加した状態で、信号を入力端から入力し、第1の結合ラインを通過して出力端（1）から出力するときに発生する損失を「挿入損失」、入力端から第1の結合ラインを通過する信号に対して出力端（2）に現れる電力を「結合度」、反対に出力端（1）から入力され第1の結合ラインを通過して入力端より出力される信号に対して、出力端（2）に現れる微小な電力を「アイソレーション」と呼ぶ。更に、前記「結合度」と「アイソレーション」の差を「ダイレクティビティ」と呼び、特に方向性結合器の通過する信号に対する1方向性の検出能力の指標となる。前記「結合度」は、第1及び第2の結合ライン間の距離により決まり、両者の距離が近ければ密結合になり、遠ければ疎結合となる。また、方向性結合器は、第1及び第2の結合ラインの長さが対象とする周波数帯に対して約1/4波長程度になると、その周波数帯において大きなアイソレーションが得られる。

【0004】従来の積層型方向性結合器20の外観斜視図を図10に、分解斜視図を図11に示す。この積層型方向性結合器20は、誘電体層20-1～20-10の積層体からなり、各誘電体層には、第1の結合ライン（主ライン）を構成するストリップライン4-1～5-1、第2の結合ライン（副ライン）を構成するストリップライン7-1～8-1、接地電極2-1、10-1が、また、層間を接続するスルーホール電極11、12、及び各層から積層型方向性結合器20の側面に第1及び第2の結合ライン及び接地電極から各端子に導出するリード部分2-2～2-3、4-2～5-2、7-2～8-2、10-2～10-3が設けられている。更に、積層型方向性結合器20の積層体の側面には、外部接続用の端子電極1A～6Aが設けられている。

【0005】詳細に説明すると誘電体層20-4と誘電体層20-5上に形成されたストリップライン4-1とス

トリップライン5-1が、スルーホール電極1-1で接続され第1の結合ライン（主ライン）を構成し、誘電体層20-7と誘電体層20-8上に形成されたストリップライン7-1とストリップライン8-1が、スルーホール電極1-2で接続され第2の結合ライン（副ライン）を構成している。これらの第1及び第2の結合ライン間には、結合度を調整する誘電体層20-6が挿入され、第1及び第2の結合ラインの誘電体層の積層方向で中央に対し外側に接地電極2-1と接地電極10-1が、それぞれ誘電体層20-2と誘電体層20-10上に形成されている。

【0006】更に、第1及び第2の結合ラインの入力インピーダンスを、例えば $50\Omega$ に調整するために、それぞれ第1及び第2の結合ラインを構成するストリップラインとシールド層との距離を設定する誘電体層20-3と誘電体層20-9が挿入される。そして、接地電極2-1は、誘電体層20-1により覆われる。

【0007】上記の各誘電体層は積層され一体化される。第1及び第2の結合ラインを構成する各ストリップライン及び接地電極は、各端子に側面導出部から積層型方向性結合器20の外部接続用の端子電極1A～6Aに接続される。接地電極2-1及び接地電極10-1は、側面導出部2-2及び側面導出部10-2により外部電極2Aに接続する。また、側面導出部2-3及び側面導出部10-3により外部電極5Aと接続する。第1の結合ラインは、側面導出部5-2及び側面導出部4-2により、それぞれ外部接続電極1A及び外部接続電極3Aに接続し、第2の結合ラインは、側面導出部7-2及び側面導出部8-2によりそれぞれ外部接続電極6A及び外部接続電極4Aに接続する。

【0008】上記のような方向性結合器は、結合ラインと為すストリップラインを対象周波数帯に対して、そのライン長を $1/4$ 波長の長さに設定したものではない。例えば特開平7-131211に開示されているように、ストリップラインをコイル状に構成したものである。これは、対象周波数帯に対して $1/4$ 波長のストリップラインを使用した方向性結合器よりもストリップラインの導体長が短くでき、方向性結合器を小型化しやすいという特長がある。更に、第1及び第2の結合ラインは、ほぼ同一の自己インダクタンスに設定されているので、方向性結合器20の積層方向で、その中央に対して上下に設定される第1及び第2の結合ライン、誘電体層、及び接地電極は、ほぼ対称に積層配置すればよい、という設計上の利点もあった。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】一方、このような方向性結合器の小型化に伴い、結合ラインを構成しているストリップラインのパターン領域も狭くなる。しかし、方向性結合器としての特性を満足するため、十分な自己インダクタンスが得られるライン長のストリップラインを

パターンングするパターン領域を確保しにくくなるという課題が発生する。結合ラインに十分な自己インダクタンスがない場合、大きなアイソレーションが得られる帯域が高周波側にシフトしてしまう。このため、設計の対象とする周波数帯が前記周波数帯よりも低い側の場合、対象となる周波数帯で十分なアイソレーションが得られなくなる。

【0010】結合ラインに十分な自己インダクタンスを与える方法として、結合ラインのライン幅を細くすることが考えられる。しかし、結合ラインの電極幅を細くすると各ラインが持っている実抵抗成分が大きくなるため、信号の挿入損失が増大する。方向性結合器が携帯電話等の携帯機器の高周波回路で使用される場合、送信アンプの後段で送信アンプの出力電力レベルの検出用に使用されるが、この場合送信アンプにより増幅された高い電力（例えば1W程度）の信号が方向性結合器を通過するため、挿入損失の増大が増幅された高い電力の信号に対しておきる。携帯通信機は、設定されるべきレベルの信号の電力を送信できるように送信アンプを駆動させる必要があり、これが携帯通信機器の消費電流の増加を招くことになる。この電流消費の増大は、特に消費電流が大きい送信アンプを持つ電池駆動の携帯通信機にとつて、長い通話時間を確保する上で重要な問題である。尚、大電力信号及び小電力信号に対して挿入損失等の減衰量が生じる場合、それを対数（dB）で扱う場合はそれ同等の変化量で表現されるが、その変化量の絶対値（真数）は大電力信号及び小電力信号では桁違いの大きさで大電力信号の方が大きい。

【0011】本発明は、このような従来の課題を解決し、方向性結合器の小型化と低挿入損失化の双方を実現すると共に、十分なアイソレーションを実現することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の方向性結合器は、誘電体層を挟んで形成された第1及び第2の結合ラインと、第1及び第2の結合ライン並びに第1及び第2の結合ラインにそれぞれ外接する誘電体層を挟んで配設されほぼ全面を覆う第1及び第2の接地電極と、を含む積層された多層基板からなり、第1及び第2の結合ラインは、第2の結合ラインに較べ第1の結合ラインのライン幅が広いか、またはライン長が短いか、あるいはそれらの組み合わせであることを特徴とする。

【0013】また、本発明の方向性結合器は、誘電体層を挟んで形成された第1及び第2の結合ラインと、第1及び第2の結合ライン並びに第1及び第2の結合ラインにそれぞれ外接する誘電体層を挟んで配設されほぼ全面を覆う第1及び第2の接地電極と、を含む積層された多層基板からなり、第1及び第2の結合ラインにおける自己インダクタンスは、第2の結合ラインに較べ第1の結

合ラインの自己インダクタンスが小さいことを特徴とする。

【0014】本発明の方向性結合器においては、第1及び第2の結合ラインの各々を、2又はそれ以上の層の誘電体層にわたって形成することが好ましい。また、本発明においては、第1及び第2の結合ラインは、スパイラル形状、またはヘリカル形状、あるいはそれらの組み合わせであることが好ましい。

【0015】(作用) 本発明の方向性結合器の原理を説明する等価回路図を図5に、実際の回路に近い等価回路図を図6に示す。本発明の方向性結合器では、信号を通過させる第1の結合ライン(主ライン)のスパイラル状ストリップラインの長さについて、ライン間結合により信号が現れる第2の結合ライン(副ライン)のスパイラル状ストリップラインの長さより短く設定することを特徴としている。即ち、図1.1で説明したような多層基板で方向性結合器の設計する上で小型化を図っていくと、結合ラインのパターン設計する領域が方向性結合器の小型化に応じて小さくなるため各結合ラインにとって十分な自己インダクタンスで設計できなくなる。それを補うために各結合ラインのスパイラル状ストリップラインのライン幅を細くすることになるが、この時、信号を通過させる第1の結合ライン(主ライン)側のスパイラル状ストリップラインのライン長を短く設定し、且つ、第2の結合ライン(副ライン)のスパイラル状ストリップラインのライン長を第1の結合ライン(主ライン)側のスパイラル状ストリップラインよりも長く設定する。

【0016】本発明の方向性結合器の第1及び第2の結合ラインのストリップラインの配置関係の例を方向性結合器の断面で図7に示す。各結合ラインは前記のように細くすることによりスパイラル状ストリップラインをパターンニング可能な領域が確保できると共に、ライン 자체が細くなることによりスパイラル状ストリップラインの自己インダクタンスも上昇する。更にヘリカル構造のコイルパターンで結合ラインを設計するの場合、平面方向で周回するコイル導体によって囲まれる領域の面積は、同一パターンング領域内でヘリカルパターンを設計した場合、コイル導体の幅が細いほうが実質広く設計できるため、コイルとしての自己インダクタンスを更に大きくできる。

【0017】本発明の方向性結合器の特性は図6に示される等価回路の計算により説明される。図6中、 $L_1$ は第1の結合ラインの自己インダクタンス、 $L_2$ は第2の結合ラインの自己インダクタンス、 $M$ は第1の結合ラインと第2の結合ラインの相互インダクタンス、 $C_0$ は第1の結合ラインと第2の結合ライン間の浮遊容量、 $C_1$ は第1の結合ラインと接地電極間の浮遊容量、 $C_2$ は第2の結合ラインと接地電極間の浮遊容量、 $C_{P1}$ は第1の結合ライン自身が持つ浮遊容量、 $C_{P2}$ は第2の結合ライン自身が持つ浮遊容量である。通常、方向性結合器

の出力端(3)には $50\Omega$ の抵抗が図6のように接地される形で接続されて使用される。本発明では、図6において各結合ラインの自己インダクタンスの関係は $L_1 < L_2$ となるが、仮に、本発明の方向性結合器と同一周波数帯用の方向性結合器を従来例のように各ラインの自己インダクタンス(その時のインダクタンスを $L_0$ とする)をほぼ等しくて設計しようとする場合、本発明における第1の結合ライン及び第2の結合ラインの自己インダクタンスの関係は、この時のインダクタンス $L_0$ に対して $L_1 < L_0 < L_2$ の関係にする。前記したように各結合ラインの自己インダクタンスは、その各結合ラインのストリップラインの導体幅を同一にした場合、その導体長に対して比例的に変化する。従って、上記の自己インダクタンスの関係により、第1の結合ラインにおける導体長は従来の設計よりも短くなるので、そのライン幅を細くしても第1の結合ラインがもつ実抵抗成分を増大させないで済み、その結果、方向性結合器としての挿入損失が増大しない。また、主ラインの導体長と導体幅の条件によっては挿入損失を改善することも可能となる。

【0018】次にアイソレーション特性であるが、第1の結合ライン(主ライン)のストリップラインの長さを前記のように短くしたままで、第2の結合ライン(副ライン)のストリップラインの長さを調整することで目的とする帯域にアイソレーションが大きく取れる帯域を調整できることを本発明では見いだしている。その状況を示したものが図8である。図中のグラフに方向性結合器中の第1の結合ラインの長さは一定にして、第2の結合ラインについてのみ、そのストリップラインの長さを変えたときのアイソレーション特性の変化を示してある。図8では第1の結合ライン(主ライン)が第2の結合ライン(副ライン)と同一のライン長のとき $-40\text{dB}$ 以下のアイソレーション帯域は、 $1.2\text{~}2\text{GHz}$ の帯域であるが、第1の結合ライン(主ライン)よりも第2の結合ライン(副ライン)のライン長を長くすることにより、前記アイソレーション帯域は $1.2\text{GHz}$ 以下の帯域に低下させることができている。即ち、本発明の方向性結合器は、第1の結合ライン(主ライン)のストリップラインよりも第2の結合ライン(副ライン)のストリップラインのライン長を長くすることにより、アイソレーション帯域を従来例の方向性結合器よりも自由度をもって低周波側に移動できることを示している。尚、第1及び第2の結合ラインのストリップラインのライン幅は従来の方向性結合器の設計よりも細くなっているが、第1の結合ライン(主ライン)側については前述したようにストリップラインのライン長が短くなっているので、方向性結合器の挿入損失としては増大させずにすむ。しかし、第2の結合ライン(副ライン)のストリップラインは、従来の方向性結合器の設計よりもそのライン幅は細くなり、更にライン長が長くなつたために第2の結合ライン(副ライン)のストリップライン自身がもつ実抵

抗成分は増大している。しかしながら、第2の結合ライン（副ライン）に流れる電力が第1の結合ライン（主ライン）比べ15~25dB程度小さな電力であり、更に第2の結合ライン（副ライン）の出力端（2）と出力端（3）には前述のダイレクティビティの関係で等しい電力はかかっているわけではなく、第2の結合ライン（副ライン）全体としては電力的に小信号の領域の電力しかからないため携帯電話等の回路内で重大なパワーロスに繋がる問題は発生しない。また、その実際の損失量の増加分も0.05~0.15dB程度であり小信号の領域ではほとんど問題にならない。

#### 【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図に基づいて説明する。先ず、図1、図2を参照すると、この第1の実施例における方向性結合器は、複数の誘電体層グリーンシート30-1~30-10と、複数のストリップラインからなるスパイラル状の第1の結合ライン4-a、5-aと、複数のストリップラインからなるスパイラル状の第2の結合ライン7-a、8-aと、複数の接地電極2-a、10-aを積層して、焼成することにより一体化され、形成される。この方向性結合器は、各誘電体層から、積層された方向性結合器側面の端子に導出する複数のリード部分2-b、2-c、4-b、5-b、7-b、8-b、10-b、10-cと、層間のストリップラインを接続させる複数のスルーホール電極15、16が設けられている。

【0020】誘電体層30-4、誘電体層30-5上に形成されたスパイラル状ストリップライン4-a及び5-aがスルーホール電極15で接続され、第1の結合ライン（主ライン）を構成し、誘電体層30-7、誘電体層30-8上に形成されたスパイラル状ストリップライン7-a及び8-aがスルーホール電極16で接続され、第2の結合ライン（副ライン）を構成する。この時、第1の結合ラインのスパイラル状ストリップライン4-aと5-aを足した長さは、第2の結合ラインのスパイラル状ストリップライン7-aと8-aを足した長さよりも短くなるように設定した。また、第1、第2の結合ライン同士を基板の積層方向に対し、例えば、各スパイラル状ストリップラインの渦巻きの中央を一致させるような特定の配置は考慮せず任意の位置で対向させた。更に、第1、第2の結合ラインのスパイラル状ストリップラインの旋回する方向や、互いに併走させるようなパターニングに設計しなかった。

【0021】第1、第2の結合ラインのスパイラル状ストリップライン間には、結合度を調整する誘電体層30-6を挿入した。また、第1の結合ラインのスパイラル状ストリップラインの積層方向の中央に対して外側には、接地電極2-a、10-aを誘電体層30-2、30-10上にそれぞれ形成した。更に、各結合ラインの入力インピーダンスを50Ωに調整するために、各結合ライ

ンのスパイラル状ストリップラインと接地電極との距離を設定するため、誘電体層30-3及び30-9をそれぞれ挿入した。

【0022】従来例では、各結合ラインのスパイラル状ストリップラインは、ほぼ同一の長さであったため、誘電体層もほぼ同一の厚みでの設計が可能であったが、本発明の構成では、第1の結合ライン（主ライン）のスパイラル状ストリップラインが第2の結合ライン（副ライン）のスパイラル状ストリップラインよりも長くなっているため、接地電極との距離を設定する誘電体層の厚みの設定は、誘電体層30-9を誘電体層30-3よりも厚くした。尚、誘電体層の厚み調整については、各層の誘電体層のシート厚みを調整すれば良い。また、本実施例の分解斜視図（図1）には示されていないが、複数の誘電体層シートを挿入することにより誘電体層の厚みを調整することも可能である。そして、接地電極2-aは、誘電体層30-1により覆われる。

【0023】各誘電体層を積層し、焼成した後、図2に図示するように一体化する。接地電極並びに第1及び第2の結合ラインは、方向性結合器の側面にそれぞれ電極を導出する。接地電極2-a及び10-aは、側面導出部2-b及び10-bにより外部接続用電極2B接続し、側面導出部2-c及び10-cにより外部接続用電極5Bと接続する。また、第1の結合ラインは、側面導出部5-b及び4-bにより、外部接続用電極1B及び3Bにそれぞれ接続し、第2の結合ラインは、側面導出部7-b及び8-bにより、外部接続用電極6B及び4Bにそれぞれ接続した。

【0024】本実施例の方向性結合器の第1の結合ライン（主ライン）のスパイラル状ストリップラインの長さを8.05mm、第2の結合ライン（副ライン）のスパイラル状ストリップラインの長さを12.95mm、それぞれのストリップラインの幅を0.15mmで設計した。このパターンにより方向性結合器の形状は、3.5x2.5x1.6（mm）になった。この方向性結合器の特性を図3に示す。電気性能としては、1GHz帯で挿入損失は0.2dB以下で、アイソレーションは絶対値で40dB以上がとれ、更にダイレクティビティ（アイソレーションと結合度の差）も20dB以上とれていた。通常、方向性結合器は小型化してゆくと特に十分なダイレクティビティが得られなくなる傾向にあるが、上記性能はこの形状としては非常に良好な性能といえる。

【0025】（他の実施例）本発明は次のようにしても実施が可能である。前記第1の実施例では、入力側（第1）の結合ラインの形状はスパイラル型パターンで設計を行い、そのスパイラル状ストリップラインのライン長をパラメータとして使っているが、基本的には入力側（第1）の結合ラインの自己インダクタンスの大きさに課題がある。そこで、自己インダクタンスを小さくするため、入力側（第1）の結合ラインは、図4に示すよう

なヘリカル型パターンであってもよい。この入力側（第1）の結合ラインは、複数の誘電体層グリーンシート40-1～40-2と、複数のストリップライン1、3からなるヘリカル状の第1の結合ラインを積層して形成される。また、各誘電体層から積層された方向性結合器側面の端子に導出する複数のリード部分2、4と、層間のストリップラインを接続させるスルーホール電極12が設けられている。誘電体層40-1、40-2上に形成されたヘリカル状ストリップライン1及び3がスルーホール電極12で接続され、第1の結合ライン（主ライン）を構成する。この時、第1の結合ラインのヘリカル状ストリップライン1と3を足した長さは、第2の結合ラインの長さよりも短くなるように、各結合ライン間のストリップラインの旋回径や巻き数を変化させることが可能である。

【0026】また、第1の結合ラインをスパイラル型とヘリカル型とを組み合わせて方向性結合器を設計しても良い。

【0027】入力側の結合ラインのストリップラインについて、実施例では2層にわたってパターニングしているが、それ以上の層数にわたってパターニングしてもよい。

【0028】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば次のような効果がある。

【0029】(1) 方向性結合器の挿入損失を改善できる。

【0030】(2) 方向性結合器のアイソレーション帯域の低周波化が可能で、かつ大きなアイソレーションを得ることが可能である。

【0031】(3) 上記の事柄を満たし且つ、方向性結合

器の小型化が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例の分解斜視図である。

【図2】本発明の第1実施例の外観斜視図である。

【図3】本発明の第1実施例の特性図である。

【図4】本発明の第2実施例の第1の結合ラインのパターンである。

【図5】本発明の原理を説明する方向性結合器の概念図である。

【図6】本発明の原理を説明する方向性結合器の等価回路図である。

【図7】本発明の原理を説明する方向性結合器の断面図である。

【図8】本発明の方向性結合器の第1の結合ラインの長さを変化させたときのアイソレーションの変化を示した図である。

【図9】従来の方向性結合器の分解斜視図である。

【図10】従来の方向性結合器の等価回路図である。

【図11】従来の方向性結合器の外観斜視図である。

【符号の説明】

20、30 方向性結合器

20-1～20-10、30-1～30-10、40-1～40-2 誘電体層

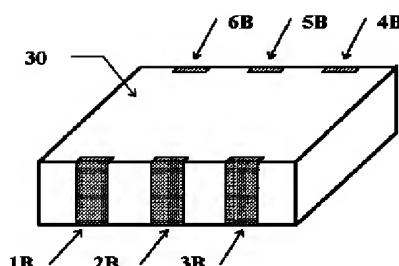
4-1、5-1、4-a、5-a 第1の結合ラインを構成するスパイラル状ストリップライン

7-1、8-1、7-a、8-a 第2の結合ラインを構成するスパイラル状ストリップライン

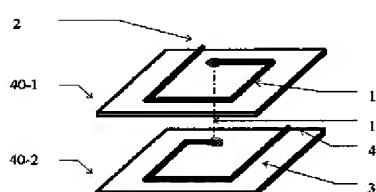
1、3 第1の結合ラインを構成するヘリカル状ストリップライン

2-1、10-1、2-a、10-a 接地電極

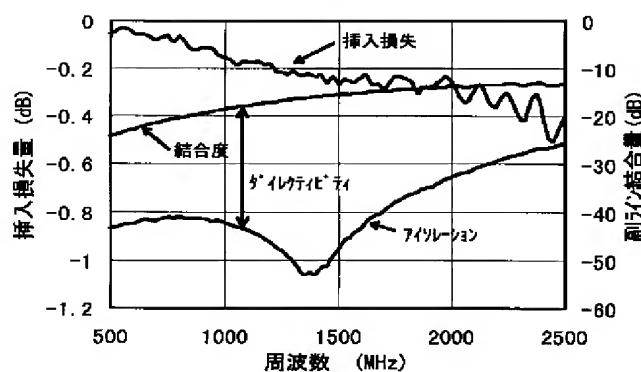
【図2】



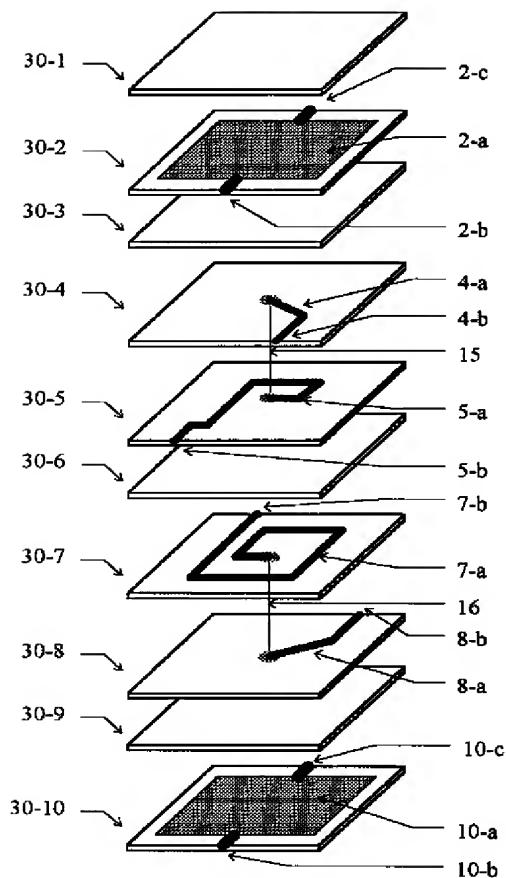
【図4】



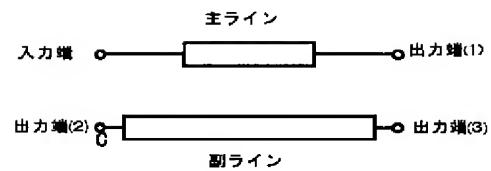
【図3】



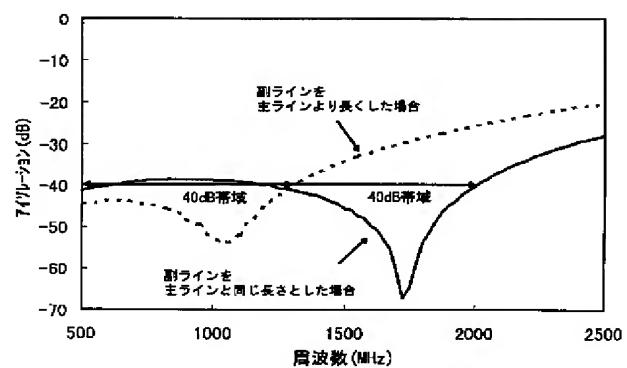
【図1】



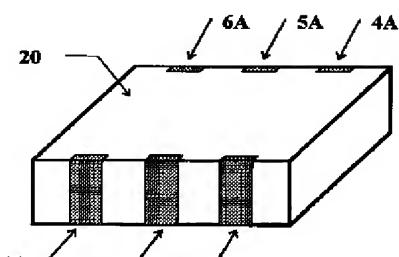
【図5】



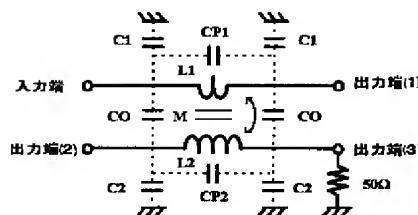
【図8】



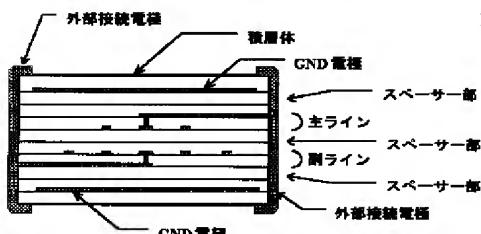
【図10】



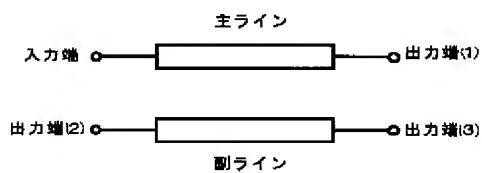
【図6】



【図7】



【図9】



【図11】

